

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-12903

(P2002-12903A)

(43) 公開日 平成14年1月15日 (2002.1.15)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
B 2 2 F	7/04	B 2 2 F	E 3 J 0 1 1
	3/11		A 4 K 0 1 8
	3/26		H
C 2 2 C	1/04	C 2 2 C	A
	9/02		
		</	

(21) 出願番号 特願2000-201477(P2000-201477)

(22) 出願日 平成12年6月29日 (2000.6.29)

(71) 出願人 000103644

オイレス工業株式会社

東京都港区芝大門1丁目3番2号

(72) 発明者 山田 真二

神奈川県藤沢市桐原町8番地 オイレス工業株式会社藤沢事業場内

(72) 発明者 佐藤 正伸

滋賀県栗太郡栗東町出庭1118番地 オイレス工業株式会社滋賀事業場内

(74) 代理人 100098349

弁理士 一徳 和彦

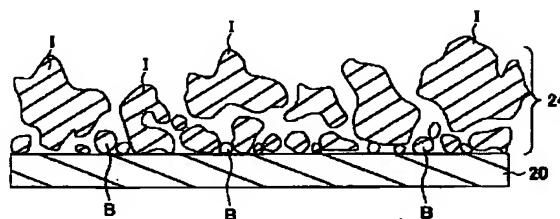
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多孔質基材及びその製造方法並びに複層摺動部材及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 基板と多孔質焼結層が強く接合すると共に樹脂層に対する投錨効果の高い多孔質基材の製造方法を提供する。

【解決手段】 球状粒子Bと不規則形状粒子Iが混合された青銅粉末層24を鋼板20に形成し、これらを振動させる。この振動により球状粒子Bが不規則形状粒子Iの間を通過して鋼板20の表面に集まり、一方、不規則形状粒子Iは球状粒子Bのほぼ上に集まって球状粒子Bを覆う。この状態の青銅粉末24を焼結した。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定厚さの基板と、
該基板の表面を一樣に覆う第 1 の焼結層と、
多数の不規則形状粒子同士が結合してその内部に多数の
空隙が形成された、前記第 1 の焼結層から連続して該第
1 の焼結層を覆う第 2 の焼結層とを有することを特徴と
する多孔質基材。

【請求項 2】 前記基板は、鋼製のものであることを特
徴とする請求項 1 に記載の多孔質基材。

【請求項 3】 前記第 1 及び第 2 の焼結層は、青銅から
なるものであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載
の多孔質基材。

【請求項 4】 前記青銅は、
9 重量%以上 12 重量%以下の銅、0.01 重量%以上
0.50 重量%以下の燐、及び残部は銅からなる組成の
ものであることを特徴とする請求項 3 に記載の多孔質基
材。

【請求項 5】 所定厚さの基板の表面に多孔質焼結層が
形成された多孔質基材を製造する多孔質基材の製造方法
において、
多数の球状粒子と多数の不規則形状粒子とが混合された
粉末層を基板の表面に形成する粉末層形成工程と、
前記基板の表面に形成された前記粉末層を振動させる振
動工程と、
該振動工程が終了した後もしくは該振動工程と共に、前
記基板の表面に形成された前記粉末層を焼結する焼結工
程とを含むことを特徴とする多孔質基材の製造方法。

【請求項 6】 前記粉末層形成工程は、
鋼製の基板の表面に前記粉末層を形成する工程であるこ
とを特徴とする請求項 5 に記載の多孔質基材の製造方
法。

【請求項 7】 前記粉末層形成工程は、
青銅からなる前記球状粒子及び前記不規則形状粒子が混
合された粉末層を前記基板の表面に形成する工程である
ことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の多孔質基材の
製造方法。

【請求項 8】 前記粉末層形成工程は、
9 重量%以上 12 重量%以下の銅、0.01 重量%以上
0.50 重量%以下の燐、及び残部は銅からなる組成の
青銅で製造された前記球状粒子及び前記不規則形状粒子
が混合された粉末層を前記基板の表面に形成する工程で
あることを特徴とする請求項 5、6、又は 7 に記載の多
孔質基材の製造方法。

【請求項 9】 前記粉末層形成工程は、
前記多数の不規則形状粒子の平均粒度よりも小さい平均
粒度を有する前記多数の球状粒子が混合された粉末層を
前記基板の表面に形成する工程であることを特徴とする
請求項 5 から 8 までのうちのいずれか一項に記載の多孔
質基材の製造方法。

【請求項 10】 前記粉末層形成工程は、

2

前記多数の球状粒子及び前記多数の不規則形状粒子から
なる全ての粒子が 60 メッシュを通過する粒子であつ
て、しかも、250 メッシュを通過し、且つその見掛け密
度が 3.6 g/cm^3 以上 4.2 g/cm^3 以下であ
り、さらに前記全ての粒子の 30 重量%以上 50 重量%
以下の範囲内の量だけ存在する球状粒子と、

100 メッシュを通過するが 200 メッシュを通過せ
ず、且つその見掛け密度が 3.1 g/cm^3 以上 3.5 g/cm^3
以下であり、さらに前記全ての粒子の 35 重量%
以上 50 重量%以下の範囲内の量だけ存在する不規則形
状粒子とが混合された粉末層を前記基板の表面に形成す
る工程であることを特徴とする請求項 5 から 9 までのう
ちのいずれか一項に記載の多孔質基材の製造方法。

【請求項 11】 前記焼結工程は、
中性雰囲気もしくは還元性雰囲気に調整された加熱炉に
おいて 850°C 以上 950°C 以下の範囲内の温度で 30
分間以上 60 分間以下の範囲内の時間だけ焼結する工程
であることを特徴とする請求項 10 に記載の多孔質基材
の製造方法。

【請求項 12】 請求項 1 から 4 までのうちのいずれか
一項に記載された多孔質基材と、この多孔質基材の第 2
の焼結層に充填被覆された樹脂層とを有することを特徴
とする複層摺動部材。

【請求項 13】 前記樹脂層は、フッ素樹脂からなるも
のであることを特徴とする請求項 12 に記載の複層摺動
部材。

【請求項 14】 所定厚さの基板の表面に多孔質焼結層
が形成された多孔質基材と、前記多孔質焼結層に充填被
覆された樹脂層とを有する複層摺動部材を製造する複層
摺動部材の製造方法において、

請求項 5 から 11 までのうちのいずれか一項に記載され
た多孔質基材の製造方法の各工程と、
多数の不規則形状粒子が焼結されて形成された第 2 の焼
結層を塑性変形させながら該第 2 の焼結層に樹脂を充填
被覆して樹脂層を形成する樹脂層形成工程とを含むこと
を特徴とする複層摺動部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鋼板などの基板に
多孔質焼結層が形成された多孔質基材及びその製造方
法、並びに、多孔質基材の多孔質焼結層に樹脂層が充填
被覆（含浸）された複層摺動部材及びその製造方法に関
する。

【0002】

【従来の技術】従来から、多孔質基材に樹脂が充填被覆
された所謂ドライベアリングなどの複層摺動部材が知ら
れている（特公昭 31-2452 号公報、特公昭 39-
16950 号公報、特公昭 41-1868 号公報、特公
平 1-22486 号公報、特公平 7-58095 号公報
などを参照）。多孔質基材は、例えば鋼板などの基板に

多孔質の金属焼結層が形成されたものである。この多孔質金属焼結層にポリテトラフルオロエチレン樹脂（以下「PTFE」という）などのフッ素樹脂が充填被覆されて樹脂層が形成され、これにより複層摺動部材が製造される。また、PTFEに充填材が混入された合成樹脂層が形成された複層摺動部材も知られている。さらに、PTFEに代えてポリアセタール樹脂を用いた複層摺動部材も知られている（特公昭49-44597号公報参照）。

【0003】上記した複層摺動部材は平板の形態で使用するよりも、樹脂層を内側にし円筒状に捲回した所謂巻きブッシュの形態で 사용되는ことが多い。このような複層摺動部材は、合成樹脂単体からなる摺動部材に比べ、耐荷重性を大幅に向上できるという利点を有する。このため、複層摺動部材は各種用途に広く賞用されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した複層摺動部材の摺動性能は、多孔質金属焼結層に充填被覆される合成樹脂や合成樹脂組成物の摺動特性に影響される。合成樹脂などの摺動特性が良いときは、複層摺動部材の摺動性能も良好である。

【0005】また、複層摺動部材の摺動性能は、基板に形成された多孔質金属焼結層の良否にも影響される。多孔質金属焼結層の良否を決定する要因としては、

(1) 多孔質金属焼結層を形成する金属粉末の形態

(2) 多孔質金属焼結層と基板との接合強度

(3) 合成樹脂などに対する多孔質金属焼結層の投錨効果（アンカー効果）の程度

などが挙げられる。ここで、投錨効果とは、多孔質金属焼結層に充填被覆された樹脂層をこの多孔質金属焼結層が繋ぎ止めておける（剥離させない、付着させたまま）力という。

【0006】上述した要因について、さらに詳細に検討する。

【0007】従来から、多孔質金属焼結層を形成するための金属粉末としては、多数の球状又は不規則形状（角状など）の粒子を集めた（から構成された）金属粉末が使用されている。

【0008】金属粉末として多数の球状粒子から構成された粉末を使用した場合、この粉末が焼結された多孔質金属焼結層は基板に強く接合される。この反面、多数の球状粒子が焼結された多孔質金属焼結層では投錨効果が低くなり、合成樹脂層が多孔質金属焼結層から剥離し易いという問題がある。

【0009】一方、金属粉末として多数の不規則形状粒子から構成された粉末を使用した場合、この粉末が焼結された多孔質金属焼結層では投錨効果は高い。この反面、多数の不規則形状粒子が焼結された多孔質金属焼結層は基板に強く接合されないという問題がある。

【0010】本発明は、上記事情に鑑み、基板と多孔質焼結層が強く接合すると共に樹脂層に対する投錨効果の高い多孔質基材及びその製造方法、並びに、基板と多孔質焼結層が強く接合すると共に樹脂層も多孔質焼結層に強く接合して剥離強度の高い（投錨効果の高い）複層摺動部材及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明の多孔質基材は、(1) 所定厚さの基板と、

(2) この基板の表面を一様に覆う第1の焼結層と、

(3) 多数の不規則形状粒子同士が結合してその内部に多数の空隙が形成された、上記第1の焼結層から連続してこの第1の焼結層を覆う第2の焼結層とを有することを特徴とするものである。

【0012】ここで、(4) 上記基板は、鋼製のものであってもよい。

【0013】また、(5) 上記第1及び第2の焼結層は、青銅からなるものであってもよい。

【0014】さらに、(6) 上記青銅は、9重量%以上12重量%以下の錫、0.01重量%以上0.50重量%以下の燐、及び残部は銅からなる組成のものであってもよい。

【0015】また、上記目的を達成するための本発明の多孔質基材の製造方法は、所定厚さの基板の表面に多孔質焼結層が形成された多孔質基材を製造する多孔質基材の製造方法において、(7) 多数の球状粒子と多数の不規則形状粒子とが混合された粉末層を基板の表面に形成する粉末層形成工程と、(8) 上記基板の表面に形成された上記粉末層を振動させる振動工程と、(9) この振動工程が終了した後もしくはこの振動工程と共に、上記基板の表面に形成された上記粉末層を焼結する焼結工程とを含むことを特徴とするものである。

【0016】ここで、(10) 上記粉末層形成工程は、鋼製の基板の表面に上記粉末層を形成する工程であってよい。

【0017】また、(11) 上記粉末層形成工程は、青銅からなる上記球状粒子及び上記不規則形状粒子が混合された粉末層を上記基板の表面に形成する工程であってよい。

【0018】さらに、(12) 上記粉末層形成工程は、9重量%以上12重量%以下の錫、0.01重量%以上0.50重量%以下の燐、及び残部は銅からなる組成の青銅で製造された上記球状粒子及び上記不規則形状粒子が混合された粉末層を上記基板の表面に形成する工程であってよい。

【0019】さらにまた、(13) 上記粉末層形成工程は、上記多数の不規則形状粒子の平均粒度よりも小さい平均粒度を有する上記多数の球状粒子が混合された粉末層を上記基板の表面に形成する工程であってよい。

【0020】さらにまた、(14) 上記粉末層形成工程

は、(14-1)上記多数の球状粒子及び上記多数の不規則形状粒子からなる全ての粒子が60メッシュを通過する粒子であって、しかも、(14-2)250メッシュを通過し、且つその見掛密度が 3.6 g/cm^3 以上 4.2 g/cm^3 以下であり、さらに上記全ての粒子の30重量%以上50重量%以下の範囲内の量だけ存在する球状粒子と、(14-3)100メッシュを通過するが200メッシュを通過せず、且つその見掛密度が 3.1 g/cm^3 以上 3.5 g/cm^3 以下であり、さらに上記全ての粒子の35重量%以上50重量%以下の範囲内の量だけ存在する不規則形状粒子とが混合された粉末層を上記基板の表面に形成する工程であってもよい。

【0021】さらにまた、(15)上記焼結工程は、中性雰囲気もしくは還元性雰囲気に調整された加熱炉において 850°C 以上 950°C 以下の範囲内の温度で30分間以上60分間以下の範囲内の時間だけ焼結する工程であってもよい。

【0022】また、上記目的を達成するための本発明の複層摺動部材は、(16)請求項1から4までのうちのいずれか一項に記載された多孔質基材と、(17)この多孔質基材の第2の焼結層に充填被覆された樹脂層とを有することを特徴とするものである。

【0023】ここで、(18)上記樹脂層は、フッ素樹脂からなるものであってもよい。

【0024】また、上記目的を達成するための本発明の複層摺動部材の製造方法は、所定厚さの基板の表面に多孔質焼結層が形成された多孔質基材と、上記多孔質焼結層に充填被覆された樹脂層とを有する複層摺動部材を製造する複層摺動部材の製造方法において、(19)請求項5から11までのうちのいずれか一項に記載された多孔質基材の製造方法の各工程と、(20)多数の不規則形状粒子が焼結されて形成された第2の焼結層を塑性変形させながらこの第2の焼結層に樹脂を充填被覆して樹脂層を形成する樹脂層形成工程とを含むことを特徴とするものである。

【0025】ここで、球状粒子とは、その全体的な形状が球状の粒子をいう。また、不規則形状粒子とは、球状

を除く形状を有する粒子をいい、例えば、星の形状、樹枝の形状、角ばった形状などが挙げられる。

【0026】

【発明の実態の形態】図1から図4までを参照して本発明の実施形態を説明する。

【0027】図1は、多孔質基材を製造する製造装置の概略構成を示す模式図である。図2は、鋼板に散布された直後の粉末を模式的に示す断面図である。図3は、図2の鋼板及び粉末を振動させた後の状態を模式的に示す断面図である。図4は、図3に示す粉末を焼結して得られた多孔質基材を模式的に示す断面図である。

【0028】多孔質基材製造装置10は、フープ状に捲回された鋼板20をその一端から引き出して搬送しながら鋼板20のうねり等を矯正するレベラー12を備えている。鋼板20としては、板厚が 0.5 mm ～ 2 mm 程度の冷間圧延鋼板または帯鋼(JIS G3141)が使用される。

【0029】鋼板20はレベラー12によって矢印A方向(搬送方向)に搬送されながらうねり等を矯正される。レベラー12よりもやや搬送方向下流側には、青銅粉末22が貯蔵されたホッパー14が配置されている。レベラー12を通過した鋼板20の表面には、ホッパー14に貯蔵された青銅粉末22が供給(散布)される。ホッパー14の下端部には、鋼板20の表面に供給された青銅粉末22を平滑化する掻き板16が固定されている。掻き板16を通過した青銅粉末22は平滑化され、これにより鋼板20の表面には一様な厚さの青銅粉末層24が形成される。ここまでの工程は、本発明にいう粉末層形成工程の一例である。

【0030】また、ホッパー14よりも搬送方向下流側には焼結炉18(本発明にいう加熱炉の一例である)が配置されている。この焼結炉18は周知の構造のものである。

【0031】上記の青銅粉末22としては、表1に示す粒度分布(%)を有する青銅粉末が使用される。

【0032】

【表1】

粒 度 分 布 (%)	+60メッシュ よりも粗い	0%
	-60メッシュから +80メッシュまで	5.0%以下
	-80メッシュから +100メッシュまで	10.0%以下
	-100メッシュから +145メッシュまで	20.0%以上 25.0%以下
	-145メッシュから +200メッシュまで	15.0%以上 25.0%以下
	-200メッシュから +250メッシュまで	5.0%以上 15.0%以下
	-250メッシュから +350メッシュまで	10.0%以上 20.0%以下
	-350メッシュ よりも細かい	20.0%以上 30.0%以下

表1において、メッシュの数値の前に付した符号「-」は、粉末を構成する粒子がその数値のメッシュを通過することを表わす。一方、メッシュの数値の前に付した符号「+」は、粉末を構成する粒子がその数値のメッシュを不通過（通過しない）ことを表わす。従って、例えば、粒度が+60メッシュとは、60メッシュを通過できない粒度をいう。

【0033】本実施形態では、表1に示すように、青銅粉末を構成する全ての粒子が-60メッシュの粒度を有する。これら全ての粒子のうち、-100～+145メッシュ（-100メッシュから+145メッシュまでをいい、以下、同様である）及び-145～+200メッシュの粒度を有する粒子の割合が35重量%以上50重量%以下の範囲内である。また、-250～+350メッシュ及び-350メッシュの粒度を有する粒子の割合が30重量%以上50重量%以下の範囲内である。

【0034】上記の結果、多数の球状粒子及び多数の不規則形状粒子からなる全ての粒子が60メッシュを通過する粒子である。しかも、250メッシュを通過する粒子は球状粒子で、その見掛け密度が 3.6 g/cm^3 以上 4.2 g/cm^3 以下であり、さらに上記全ての粒子の30重量%以上50重量%以下の範囲内の量だけ存在する。一方、100メッシュを通過するが200メッシュを通過しない粒子は不規則形状粒子で、その見掛け密度が 3.1 g/cm^3 以上 3.5 g/cm^3 以下であり、さらに上記全ての粒子の35重量%以上50重量%以下の範囲内の量だけ存在する。

【0035】このように-100～+200メッシュと-250メッシュの2箇所に粒度のピークを有する2種類の多数の青銅粒子が集まった青銅粉末が鋼板20の表面に様な厚さに散布され、鋼板20の表面には青銅粉末層24が形成される。掻き板16を通過した直後の青

銅粉末層24では、図2に示すように、-60～+250メッシュの粒度をもつ不規則形状粒子Iと、-250メッシュの粒度をもつ球状粒子Bとが混じり合った状態である。

【0036】鋼板20が矢印A方向に搬送されている間、鋼板20にはレベラー12などの振動が伝導される。このため、鋼板20と共に青銅粉末層24も振動する。この振動によって、図3に示すように、球状粒子Bが不規則形状粒子Iの間を通過して鋼板20の表面に集まり、一方、不規則形状粒子Iは球状粒子Bのほぼ上に集まって球状粒子Bを覆うようになる。このように、青銅粉末層24において球状粒子Bと不規則形状粒子Iが偏ることを、青銅粉末層24に粒度偏析が生じたという。なお、上記のようにして青銅粉末層24を振動させる工程は、本発明にいう振動工程の一例である。

【0037】粒度偏析を生じた青銅粉末層24が表面に形成された鋼板20は、図1に示すように、焼結炉18に搬入される。焼結炉18は中性雰囲気もしくは還元性雰囲気に調整されている。焼結炉18に搬入された鋼板20と青銅粉末層24は 850°C 以上 950°C 以下の範囲内の温度で30分間以上60分間以下の範囲内の時間だけ焼結される。この焼結工程は、本発明にいう焼結工程の一例である。

【0038】この焼結工程において、鋼板20の表面上に分布した多数の球状粒子Bは液相を生じて緻密化が速く進行し、図4に示すように、鋼板20の表面を様に覆って接合層26（本発明にいう第1の焼結層の一例である）を形成する。

【0039】一方、焼結工程においては、球状粒子Bのほぼ上に集まった不規則形状粒子Iも液相を生じる。しかし、不規則形状粒子Iはその形状をあまり変化させずに不規則な外形を保ったまま接合層26に連続して結合

する。このため、図4に示すように、多孔質層28（本発明にいう第2の焼結層の一例である）を形成する。多孔質層28には多数の空隙28aが形成される。

【0040】上記のようにして、鋼板20とその表面を覆う接合層26、及び接合層26から連続してこの接合層26を覆う多孔質層28双方を有する多孔質基材30が製造される。接合層26は鋼板20の表面を一樣に覆うので、両者の接合強度は高い。

【0041】また、多孔質基材30の多孔質層28には、上述したように、多数の空隙28aが形成されおり、多数の凹凸が形成されていることとなる。この結果、多孔質層28ではその比表面積が拡大されるので、多孔質層28に合成樹脂が充填被覆された場合は、合成樹脂が上記の凹凸に引っ掛かる状態となる。この結果、いわゆる投錨効果（アンカー効果）が高まるので、合成樹脂が多孔質層28から剥離しにくくなり、剥離強度が高まる。

【0042】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【0043】＜実施例1及び実施例2＞鋼板20（図1参照）として、幅180mm、板厚0.75mmの冷間圧延鋼板を2枚用意した。図1に示す多孔質基材製造装置10を使用してこの2枚の冷間圧延鋼板の表面に、表2に示す粒度分布を有する多数の青銅粒子からなる2種類（実施例1および実施例2の2種類）青銅粉末をそれぞれ一樣の厚さに散布し、厚さ0.3mmの青銅粉末層を形成した。実施例1及び実施例2では、青銅粉末として錫10重量%、燐0.05重量%、残部銅からなる青銅粉末を使用した。

【0044】

【表2】

		実施例1	実施例2
粒 度 分 布 (%)	+60メッシュ よりも粗い	0%	0%
	-60メッシュから +80メッシュまで	2.2%	2.0%
	-80メッシュから +100メッシュまで	5.8%	4.1%
	-100メッシュから +145メッシュまで	20.0%	15.1%
	-145メッシュから +200メッシュまで	23.5%	20.0%
	-200メッシュから +250メッシュまで	12.3%	11.3%
	-250メッシュから +350メッシュまで	16.1%	17.8%
	-350メッシュ よりも細かい	20.1%	29.7%

表2において、-60メッシュ～+250メッシュの粒 50

度を有する粒子は不規則形状粒子である。また、-250メッシュの粒度を有する粒子は球状粒子である。

【0045】冷間圧延鋼板の表面に形成された青銅粉末層24に、図1で説明したように振動を与えた。この振動によって、-250メッシュの多数の球状粒子は多数の不規則形状粒子の間を通り抜け、主として冷間圧延鋼板の表面に向けて移動してこの表面に集まった。一方、不規則形状粒子は球状粒子のほば上に集まって球状粒子を覆った。これにより、図3に示すように、粒度偏析が生じた。

【0046】粒度偏析を生じた青銅粉末層が表面に形成された冷間圧延鋼板は、還元性雰囲気調整された焼結炉18（図1参照）に搬入された。焼結炉18に搬入された冷間圧延鋼板と青銅粉末層は900℃で30分間焼結された。

【0047】この焼結工程において、冷間圧延鋼板の表面上に分布した多数の球状粒子は液相を生じ、多数の球状粒子同士が結合すると共に冷間圧延鋼板の表面にも結合して接合層26（図4参照）が形成された。一方、焼結工程においては、多数の不規則形状粒子も液相を生じるが、これら不規則形状粒子はその形状をあまり変化させずに不規則な外形を保ったまま、多数の不規則形状粒子同士が結合すると共に接合層26にも連続して結合し、さらに、一部の不規則形状粒子は冷間圧延鋼板の表面にも結合した。これにより、例えば図4に示すように、多孔質層28が形成された。多孔質層28には多数の空隙28aが形成されている。

【0048】上記のようにして、冷間圧延鋼板とその表面を覆う接合層26、及びこの接合層26から連続してこの接合層26を覆う多孔質層28を有する多孔質基材が製造された。なお、上述したように、接合層26は、主に-250メッシュの多数の球状粒子からなる青銅粉末が焼結されたものであり、多孔質層28は、主に-60メッシュ～+250メッシュの多数の不規則形状粒子からなる青銅粉末が焼結されたものである。

＜比較例＞上記した実施例と同様に、幅180mm、板厚0.75mmの冷間圧延鋼板を用意した。この冷間圧延鋼板の表面に、表3に示す粒度分布を有すると共に角状の粒子が多数集合した青銅粉末を、上記の実施例と同様に、冷間圧延鋼板の表面に0.3mmの厚さに散布して青銅粉末層を形成した。

【0049】

【表3】

		比較例
粒 度 分 布 (%)	+60メッシュ よりも粗い	0%
	-60メッシュから +80メッシュまで	3.0%
	-80メッシュから +100メッシュまで	14.6%
	-100メッシュから +145メッシュまで	30.1%
	-145メッシュから +200メッシュまで	38.0%
	-200メッシュから +250メッシュまで	7.3%
	-250メッシュ よりも細かい	7.0%

この青銅粉末層が表面に形成された冷間圧延鋼板を還元性雰囲気調整した焼結炉18（図1参照）に搬入し、900℃で30分間焼結した。これにより、図5に示すように、青銅粉末が焼結された多孔質焼結層42と、この多孔質焼結層42が表面に一体に被着形成された冷間圧延鋼板とからなる多孔質基材40が得られた。多孔質焼結層42には、図5に模式的に示すように、多数の空隙42aが形成されていた。しかし、図4に示す空隙28aと比べた場合、空隙42aの空間は広く、凹凸は少ない。

【0050】上述した実施例1、2及び比較例で得られた多孔質基材30、40それぞれの多孔質焼結層28、42に合成樹脂組成物を充填被覆して合成樹脂層を形成した。その後、この合成樹脂層の剥離強度を測定した。この測定結果等を説明する。

＜合成樹脂組成物および合成樹脂層の作製＞ポリイミド樹脂粉末20重量%、黒鉛粉末1重量%、残部ポリテトラフルオロエチレン樹脂粉末をヘンシェルミキサーによって均一に混合して合成樹脂組成物を作製した。この合成樹脂組成物に石油系溶剤を加えて湿潤樹脂組成物を調製した。この湿潤樹脂組成物を、上記の実施例1、2及び比較例で得られた多孔質基材30、40それぞれの多孔質焼結層28、42に供給した。その後、湿潤樹脂組成物が供給された多孔質焼結層28、42を周知のローラで圧延した。これにより湿潤樹脂組成物が多孔質焼結層28、42に充填被覆された。その後、200℃の温度に加熱した熱風乾燥炉に多孔質焼結層28、42を5分間保持して湿潤樹脂組成物中の溶剤を逸散除去した。

【0051】上記の状態の多孔質基材30、40の全体を周知のローラによって加圧力400kgf/cm²で加圧した。このようにして加圧した多孔質基材30、40を加熱炉内に搬入して370℃の温度で10分間加熱

焼成した。このようにして、図6に示すように、多孔質基材30に合成樹脂層52が充填被覆された複層摺動部材50（実施例）が製造された。また、図7に示すように、多孔質基材40に合成樹脂層62が充填被覆された複層摺動部材60（比較例）が製造された。なお、多孔質焼結層28に樹脂組成物が充填被覆された多孔質基材30の全体をローラで加圧する際、多孔質焼結層28を塑性変形させた。

【0052】上記のようにして製造された2種類の複層摺動部材50、60の多孔質焼結層28、42にそれぞれ充填被覆された合成樹脂層52、62の剥離強度を測定した。

【0053】＜剥離強度測定方法＞図8を参照して、剥離強度の測定方法を説明する。

【0054】図8は、剥離強度の測定方法を示す模式図である。

【0055】2種類の複層摺動部材50、60の合成樹脂層52、62の剥離強度を測定する方法は全く同じである。ここでは複層摺動部材50を例に挙げて説明する。

【0056】合成樹脂層52の剥離強度を測定するに当たっては、まず、合成樹脂層52を多孔質焼結層28（図4参照）の端部から予め剥がしておく。合成樹脂層52が剥がされた複層摺動部材50をバイス70にチャッキングすると共に剥がされた合成樹脂層52を固定治具72の先端部72aに挟持して固定した。固定治具72にブッシュブルゲージ74を取付け、180°方向（鋼板に平行な方向）に合成樹脂層52を引っ張り、そのときの強度をブッシュブルゲージ74で測定した。

【0057】上記のようにして測定した結果、実施例1、2の多孔質基材30（図4参照）を使用した複層摺動部材50の合成樹脂層52の剥離強度は2.74kgf/cmであった。一方、比較例の多孔質基材40を使用した複層摺動部材60の合成樹脂層62の剥離強度は1.84kgf/cmであった。

【0058】この測定結果から、複層摺動部材50の合成樹脂層52の剥離強度は、複層摺動部材60の合成樹脂層62の剥離強度よりも約50%高められていることが分かった。この理由は、下記のとおりであると推測される。

【0059】図4に模式的に示す多孔質基材30と、図6に模式的に示す複層摺動部材50とから分かるように、多孔質基材30の多孔質焼結層28は、この多孔質焼結層28に合成樹脂を充填被覆する際のローラによる加圧力により塑性変形を生じる。この塑性変形の結果、合成樹脂層52と多孔質焼結層28との結合力が高められ、この結合力が、多孔質焼結層28の投錨効果に加えられたためと推測される。

【0060】合成樹脂層52の剥離強度が高い場合、板状の複層摺動部材50を円筒状に曲げ加工したり、円筒

状に曲げ加工された複層摺動部材50の端部に鋳加工を施したりする際に合成樹脂層52が剥離しない。従って、合成樹脂層52の剥離強度は、板状の複層摺動部材50を加工する際に極めて重要なファクターとなる。

【0061】

【発明の効果】以上説明したように本発明の多孔質基材によれば、基板の表面を第1の焼結層が一様に覆っている。従って、基板の表面と第1の焼結層とが十分に接触しているため、基板と第1の焼結層との接合強度が高い(強い)。また、第2の焼結層では多数の不規則形状粒子同士が結合してその内部に多数の空隙が形成されているので、第2の焼結層の内部には、多数の凹凸が形成されていることとなる。このため、第2の焼結層に例えば樹脂を充填被覆(含浸)させた場合は、樹脂が第2の焼結層の凹凸に引っ掛かる状態となる。この結果、いわゆる投錨効果(アンカー効果)が高まるので、樹脂が第2の焼結層から剥離しにくくなり、剥離強度が高まる。

【0062】ここで、上記基板は、鋼製のものである場合は、基板の強度が高いので、高強度の多孔質基材が得られる。

【0063】また、上記第1及び第2の焼結層は、青銅からなるものである場合は、耐食性に優れた焼結層が得られる。

【0064】さらに、上記青銅は、9重量%以上12重量%以下の錫、0.01重量%以上0.50重量%以下の燐、及び残部は銅からなる組成のものである場合は、9重量%以上12重量%以下の錫を含有しているので、第1の焼結層と鋼板との接合強度が高められる。また、0.01重量%以上0.50重量%以下の燐を含有しているので、多数の不規則形状粒子が焼結されて第2の焼結層が形成されるときに、各粒子が変形しにくくその不規則形状が保たれる。この結果、いわゆる投錨効果がいっそう高まるので、第2の焼結層に充填被覆された樹脂が第2の焼結層からいっそう剥離しにくくなり、剥離強度がいっそう高まる。

【0065】また、本発明の多孔質基材の製造方法によれば、振動工程において多数の球状粒子が多数の不規則形状粒子の間を通過して基板の表面に集まる。このため、多数の不規則形状粒子が多数の球状粒子の上に集まってこれらを覆う。この状態で焼結工程において粉末層が焼結される。この場合、多数の球状粒子は液相になって基板の表面を一様に覆う。従って、多数の球状粒子が焼結されて形成された層(第1の焼結層)と基板の表面とが十分に接触するので、基板と第1の焼結層との接合強度が高い(強い)。一方、多数の不規則形状粒子は部分的に液相になるが、ほぼ不規則形状を保ったまま焼結される。従って、多数の不規則形状粒子が焼結されて形成された層(第2の焼結層)では多数の不規則形状粒子同士が結合してその内部に多数の空隙が形成されているので、第2の焼結層の内部には、多数の凹凸が形成され

ていることとなる。このため、第2の焼結層に例えば樹脂を充填被覆(含浸)させた場合は、樹脂が第2の焼結層の凹凸に引っ掛かる状態となる。この結果、いわゆる投錨効果(アンカー効果)が高まるので、樹脂が第2の焼結層から剥離しにくくなり、剥離強度が高まる。

【0066】ここで、上記粉末層形成工程は、鋼製の基板表面上に上記粉末層を形成する工程である場合は、基板の強度が高いので、高強度の多孔質基材が得られる。

【0067】さらに、上記粉末層形成工程は、青銅からなる上記球状粒子及び上記不規則形状粒子が混合された粉末層を上記基板の表面に形成する工程である場合は、焼結層が青銅製のものとなるので、耐食性に優れた焼結層が得られる。

【0068】さらにまた、上記粉末層形成工程は、9重量%以上12重量%以下の錫、0.01重量%以上0.50重量%以下の燐、及び残部は銅からなる組成の青銅で製造された上記球状粒子及び上記不規則形状粒子が混合された粉末層を上記基板の表面に形成する工程である場合は、9重量%以上12重量%以下の錫を含有しているので、多数の球状粒子が焼結されて形成された第1の焼結層と鋼板との接合強度が高められる。また、0.01重量%以上0.50重量%以下の燐を含有しているので、多数の不規則形状粒子が焼結されて第2の焼結層が形成されるときに、各粒子が変形しにくくその不規則形状が保たれる。この結果、いわゆる投錨効果がいっそう高まるので、第2の焼結層に充填被覆された樹脂が第2の焼結層からいっそう剥離しにくくなり、剥離強度がいっそう高まる。

【0069】さらにまた、上記粉末層形成工程は、上記多数の不規則形状粒子の平均粒度よりも小さい平均粒度を有する上記多数の球状粒子が混合された粉末層を上記基板の表面に形成する工程である場合は、多数の球状粒子の平均粒度が多数の不規則形状粒子の平均粒度よりも小さいので、振動工程においては、球状粒子が不規則形状粒子の間を通過し易い。従って、多数の球状粒子が基板の表面に集まり易い。この結果、基板と第1の焼結層がいっそう強く接合されることとなる。また、不規則形状粒子が球状粒子の上に集まり易いので、第2の焼結層はいっそう高い投錨効果を有することとなる。

【0070】さらにまた、上記粉末層形成工程は、上記多数の球状粒子及び上記多数の不規則形状粒子からなる全ての粒子が60メッシュを通過する粒子であって、しかも、250メッシュを通過し、且つその見掛密度が 3.6 g/cm^3 以上 4.2 g/cm^3 以下であり、さらに上記全ての粒子の30重量%以上50重量%以下の範囲内の量だけ存在する球状粒子と、100メッシュを通過するが200メッシュを通過せず、且つその見掛密度が 3.1 g/cm^3 以上 3.5 g/cm^3 以下であり、さらに上記全ての粒子の35重量%以上50重量%以下の範囲内の量だけ存在する不規則形状粒子とが混合され

た粉末層を上記基板の表面に形成する工程である場合は、振動工程において、球状粒子が不規則形状粒子の間をいっそう通過し易い。従って、多数の球状粒子が基板の表面にいっそう集まり易い。この結果、基板と第1の焼結層がさらにいっそう強く接合されることとなる。また、不規則形状粒子が球状粒子の上にいっそう集まり易いので、第2の焼結層はさらにいっそう高い投錨効果を有することとなる。

【0071】さらにまた、上記焼結工程は、中性雰囲気もしくは還元性雰囲気に調整された加熱炉において850℃以上950℃以下の範囲内の温度で30分間以上60分間以下の範囲内の時間だけ焼結する工程である場合は、球状粒子が確実に液相になって基板の表面を一様に覆う。従って、基板と第1の焼結層がさらにいっそう確実に強く接合されることとなる。また、多数の不規則形状粒子は不規則形状をいっそう確実に保てるので、いわゆる投錨効果をいっそう確実に発揮できることとなる。

【0072】また、本発明の複層摺動部材によれば、第2の焼結層の内部には多数の凹凸が形成されているので、これらの凹凸に樹脂層が引っ掛かる。このため、いわゆる投錨効果が高まるので、樹脂層が第2の焼結層から剥離されにくい。

【0073】ここで、上記樹脂層は、フッ素樹脂からなるものである場合は、摺動性にいっそう優れた複層摺動部材が得られる。

【0074】また、本発明の複層摺動部材の製造方法によれば、第2の焼結層は多数の不規則形状粒子が焼結されたものであるので、第2の焼結層の内部には多数の凹凸が形成されている。これらの凹凸に樹脂層が引っ掛かる。さらに、第2の焼結層が塑性変形するので、この第2の焼結層が樹脂層に食い込む。このため、いわゆる投錨

* 錨効果が非常に高まり、樹脂層が第2の焼結層から非常に剥離されにくい。従って、長寿命の複層摺動部材が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】多孔質基材を製造する製造装置の概略構成を示す模式図である。

【図2】鋼板に散布された直後の粉末を模式的に示す断面図である。

【図3】図2の鋼板及び粉末を振動させた後の状態を模式的に示す断面図である。

【図4】図3に示す粉末を焼結して得られた多孔質基材を模式的に示す断面図である。

【図5】比較例の多孔質基材を模式的に示す断面図である。

【図6】実施例の複層摺動部材を模式的に示す断面図である。

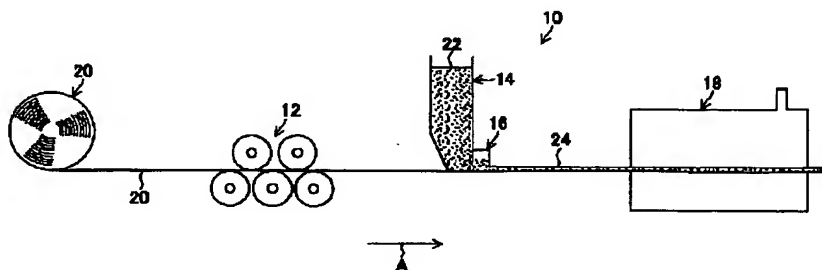
【図7】比較例の複層摺動部材を模式的に示す断面図である。

【図8】剥離強度の測定方法を示す模式図である。

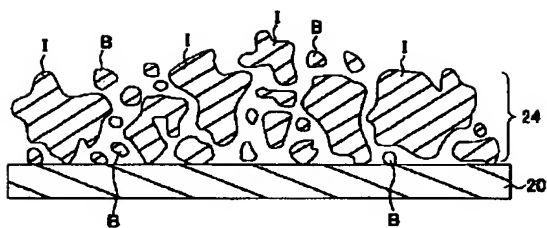
【符号の説明】

- 20 鋼板
- 22 青銅粉末
- 24 青銅粉末層
- 26 接合層
- 28 多孔質層
- 28a 空隙
- 30 多孔質基材
- 50 複層摺動部材
- 52 合成樹脂層
- 30 B 球状粒子
- I 不規則形状粒子

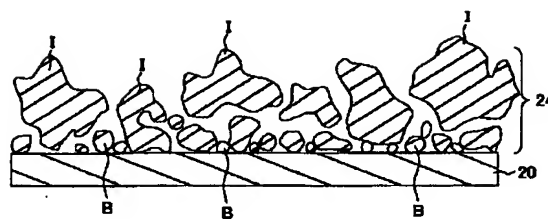
【図1】



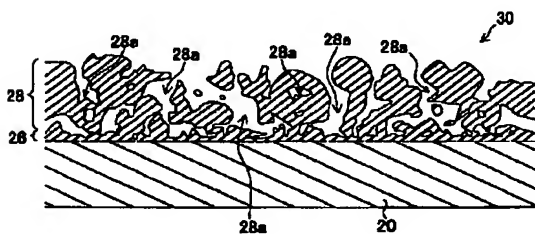
【図2】



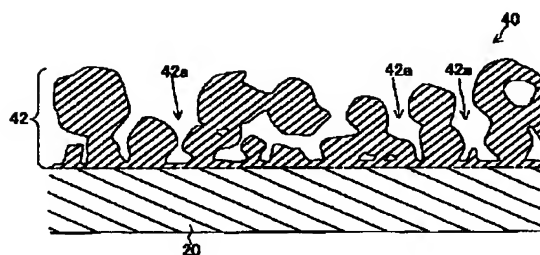
【図3】



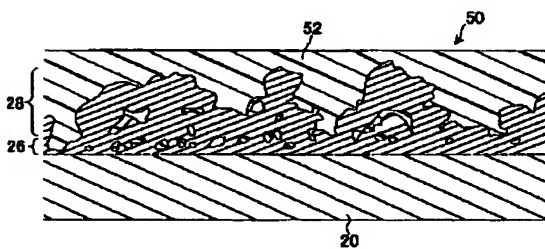
【図4】



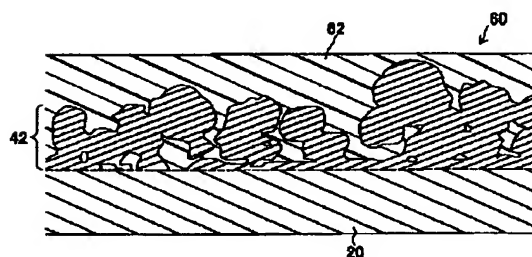
【図5】



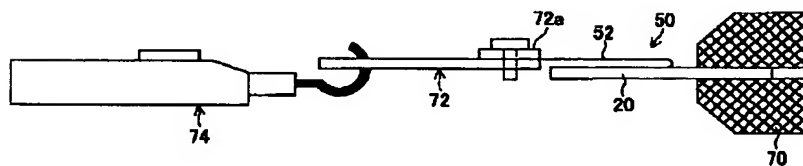
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F 1 6 C 33/12
33/14
33/20

識別記号

F I

F 1 6 C 33/12
33/14
33/20

ターマード (参考)

B
A
Z

(72)発明者 水野 義則
神奈川県藤沢市桐原町 8 番地 オイレス工
業株式会社藤沢事業場内

F ターム(参考) 3J011 LA01 QA05 SB02 SB03 SB05
SB19 SC04
4K018 AA05 AA24 BB01 BB03 BB04
CA05 CA45 DA11 FA47 JA25
JA32 JA38 KA03 KA22